

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 2017 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

**«Пристрій безперебійного живлення для застосування на об'єктах критичної
інфраструктури»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”
Напрямок підготовки 6.05102 – “Комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

(підпис)

Кардашук В. С.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я. О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Говорова І. М.

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-13 з

Сєвєродонецьк 2017

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет інформаційних технологій та електроніки
Кафедра комп'ютерної інженерії
Напрямок підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІ
_____ І.С. Скарга-Бандурова
“ ____ ” _____ 2017 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Говоровій Ірині Миколаївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Пристрій безперебійного живлення для застосування на об'єктах критичної інфраструктури»
затверджена наказом по інституту від «15» травня 2017 р. № 125/48
2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): 15.06.2017 р.
3. Початкові дані до проекту (роботи): матеріали переддипломної практики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці):
Розробити пристрій безперебійного живлення з визначеними згідно технічного завдання характеристиками для застосування на об'єктах критичної інфраструктури.
Основна частина повинна містити постановку задачі, короткі теоретичні відомості, опис елементної бази, розробку програмного забезпечення, алгоритми роботи, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень): немає

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О., асистент кафедри комп'ютерної інженерії		

7. Дата видачі завдання 15.05.2017 р.

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	15.05.17 – 20.05.17	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності розроблення	20.05.17 – 21.05.17	
3.	Розроблення технічного завдання	22.05.17 – 23.05.17	
4.	Визначення конфігурації апаратних та програмних засобів	24.05.17 – 25.05.17	
5.	Розроблення функціональної схеми	26.05.17 – 27.05.17	
6.	Розроблення пристрою безперебійного живлення	28.05.17 – 10.06.17	
7.	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	10.06.17 – 12.06.17	
8.	Оформлення пояснювальної записки	12.06.17 – 15.06.17	

Студент

_____ (підпис)

Говорова І. М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис)

Кардашук В. С.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 49 с., 8 рис., 16 табл., 33 джерел, .
Об'єкт дослідження: пристрій безперебійного живлення.

У дипломному проекті розглядається пристрій безперебійного живлення для застосування на об'єктах критичної інфраструктури.

Розглянуті основні варіанти виконання та визначена схема реалізації пристрою. Визначені технічні характеристики, що забезпечують працездатність пристрою у разі відсутності основного джерела живлення. Проведено розроблення схеми одного з основних блоків пристрою – блоку контролю і управління. Визначена елементна база та обрано мікроконтролер для реалізації проекту.

Розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПРИСТРІЙ БЕСПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ, АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ДАТЧИК, ІНТЕРФЕЙС, КОМУТАТОР, ФІЛЬТР, ВЕНТИЛЯТОР, МІКРОКОНТРОЛЕР.

Умови одержання дипломного проекту:

93400 м. Северодонецьк, пр. Радянський 59«А» СНУ ім. В. Даля

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АКБ – акумуляторна батарея.

АСК ТП – автоматизована система керування технологічним процесом.

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

БКУ – блок контролю і керування.

БУ – буферний підсилювач.

БІд – блок індикації.

БСл – блок силовий.

ВС – вхідний узгоджувач.

ЕР – елемент гальванічної розв'язки.

К – комутатор.

КОМП – компаратор.

МК – мікроконтролер.

ПБЖ – пристрій безперебійного живлення.

УДТ – підсилювач первинного перетворювача температури.

УС – підсилювач.

УСв – вузол зв'язку.

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	4
ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ, ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПБЖ.....	
1.1 Огляд і аналіз структурних схем систем безперебійного живлення	
1.1.1 ПБЖ резервного типу (Off-Line).....	
1.1.2 Лінійно - інтерактивний ПБЖ (Line-Interactive).....	
1.1.3 ПБЖ з подвійним перетворенням напруги (On-Line).....	
1.2 Огляд аналогів.....	
1.3 Постановка завдання на розробку ПБЖ.....	
1.3.1 Технічні вимоги до ПБЖ.....	
1.4 Функції та режими роботи ПБЖ	
2 РОЗРОБЛЕННЯ ПБЖ.....	
2.1 Розроблення структурної схеми.....	
2.1.1 Опис роботи структурної схеми ПБЖ	
2.2 Вибір елементної бази для БКУ.....	
2.3 Розроблення функціональної схеми БКУ.....	
2.4 Розроблення схеми електричної принципової	
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
3.1 Загальні питання з охорони праці	
3.2 Правові та організаційні основи охорони праці	
3.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці.....	
3.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення.....	
3.5 Вимоги до організації робочого місця	
3.6 Навантаження та напруженість процесу праці	
3.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері	
3.8 Пожежна безпека	
3.9 Електробезпека	
3.10 Мікроклімат	
3.11 Освітлення робочого місця	
3.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання	

3.13 Розрахунок захисного заземлення	
Висновки до розділу 3	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
Додаток А Перелік елементів ПБЖ	
Додаток Б. Перелік елементів БКУ	
Додаток В. Призначення портів основного МК	
Додаток Д. Призначення портів вимірювального МК	

ВСТУП

В Україні діють 4 атомні електростанції (АЕС), які несуть головне базове навантаження в енергосистемі. На цих АЕС зараз працює 15 енергоблоків. Термін експлуатації більшості блоків з реакторами ВВЕР-1000 на сьогодні складає більше 15 років (проектний термін - 30 років), проте значна частина тепломеханічного і електротехнічного устаткування АЕС потребує заміни і модернізації, також необхідне проведення комплексу робіт по підвищенню надійності та безпеки АЕС.

Основною продукцією для енергоблоків АЕС з енергетичними реакторами ВВЕР-1000 та ВВЕР-440 є: інформаційно-обчислювальні системи верхнього блокового рівня (ІВС); системи внутрішньореакторного контролю (СВРК); апаратура контролю нейтронного потоку реакторів (АКНП); системи групового і індивідуального керування (СПГУ); цифрові системи безпеки, що керують (УСБ); цифрові системи нормальної експлуатації, що керують (СНЕ); низьковольтні комплектні пристрої РТЗО; системи збереження інформації в умовах аварії «Чорний ящик»; центри технічної підтримки операторів в аварійних ситуаціях (ЦТП); системи діагностування устаткування реакторів; нейтронні аналізатори бору в технологічних розчинах; пристрої керування приводами; пристрої плавного пуску електродвигунів; перетворювачі сигналів; шафи електроживлення технічних комплексів; електротехнічне силове устаткування. Більшість даних систем і пристроїв мають робочі станції різного функціонального призначення, до яких пред'являються підвищені вимоги до електроживлення і, отже, які повинні включати в свій склад пристрій безперебійного живлення (ПБЖ). ПБЖ - автоматичний пристрій, який забезпечує живлення навантаження при повному зникненні напруги в зовнішній електромережі, наприклад в результаті аварії або при недопустимо високому відхиленні параметрів напруги мережі від номінальних значень.

ПБЖ може бути підібране з тих, які випускаються серійно. Проте, коли по експлуатаційних, конструкторських або іншим характеристикам серійні джерела безперебійного живлення не задовольняють споживача, необхідно розробити пристрій безперебійного живлення, з врахуванням усіх правил і специфіки експлуатації на АЕС.

Таким чином, метою дипломного проекту є розроблення ПБЖ для робочих станцій АСК ТП, що поставляються на АЕС.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ, ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПБЖ

1.1 Огляд і аналіз структурних схем систем безперебійного живлення

Пристрій безперебійного живлення - автоматичний пристрій, який забезпечує живлення навантаження при повному зникненні напруги в зовнішній електромережі, наприклад, в результаті аварії або від недопустимо високого відхилення параметрів напруги мережі від номінальних значень. При цьому ПБЖ використовує для аварійного живлення навантаження енергію акумуляторних батарей.

Розглянемо декілька основних типів побудови структурних схем ПБЖ:

- ПБЖ резервного типу (Off-Line);
- лінійно - інтерактивне ПБЖ (Line-Interactive);
- ПБЖ з подвійним перетворенням напруги (On-Line).

1.1.1 ПБЖ резервного типу (Off-Line)

Джерело безперебійного живлення, виконаний за схемою з комутуючим пристроєм (рисунок 1.1), який у нормальному режимі роботи забезпечує підключення навантаження безпосередньо до зовнішньої електромережі, а в аварійному переключає її на живлення від акумуляторних батарей.

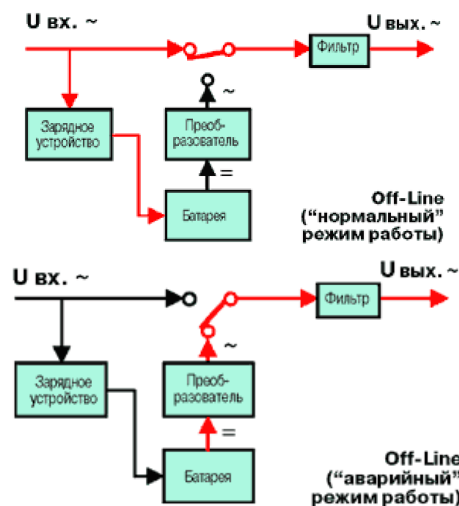


Рисунок 1.1– ПБЖ резервного типу

Перевагою ПБЖ резервного типу є його простота і невисока вартість, а недоліком - ненульовий час перемикання (~4 мс) на живлення від акумуляторів та інтенсивніша їх експлуатація, тому що ПБЖ переводиться в аварійний режим при будь-яких несправностях в електромережі.

ПБЖ резервного типу, як правило, має невелику потужність і застосовується для забезпечення гарантованого електроживлення окремих пристроїв (персональних комп'ютерів, робочих станцій, офісного устаткування) в регіонах з хорошою якістю електромережі.

1.1.2 Лінійно-інтерактивний ПБЖ (Line-Interactive)

Джерело безперебійного живлення, виконане за схемою з комутуючим пристроєм (Off-Line), доповнене стабілізатором входної напруги на основі автотрансформатора з обмотками, що перемикаються (рисунок 1.2).

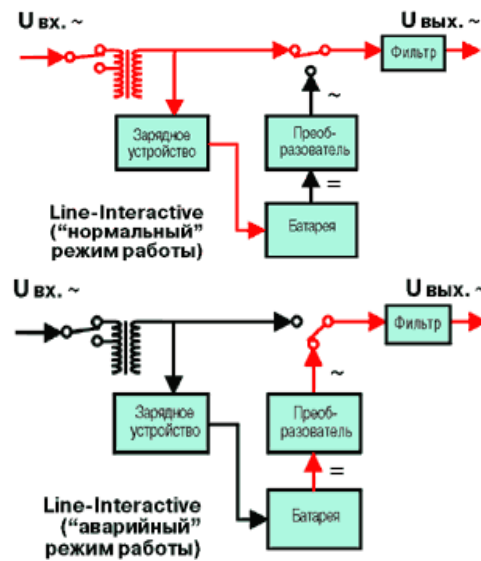


Рисунок 1.2 – Лінійно - інтерактивний ПБЖ

Основна перевага лінійно-інтерактивного ПБЖ в порівнянні з джерелом резервного типу полягає в тому, що він здатний забезпечити нормальне живлення навантаження при підвищеній або зниженій напрузі електромережі (найпоширеніший вигляд несправностей у вітчизняних лініях електропостачання) без переходу в аварійний режим. В результаті

підвищується термін служби акумуляторних батарей. Недоліком лінійно-інтерактивної схеми є ненульовий час перемикання (~ 4 мс) навантаження на живлення від батарей.

По ефективності лінійно-інтерактивні ПБЖ займають проміжне значення між простими і відносно дешевими резервними джерелами (Off-Line) і високоефективними, але і дорогими джерелами з подвійним перетворенням напруги (On-Line). Як правило, лінійно-інтерактивні ПБЖ застосовують для забезпечення гарантованого живлення персональних комп'ютерів, робочих станцій, файлових серверів, вузлів локальних обчислювальних мереж і офісного устаткування. Механізм автоматичного регулювання напруги побудований на основі автотрансформатора з обмотками, що перемикаються. Застосовується в ПБЖ, зібраних за лінійно-інтерактивною схемою, для ступінчастого коректування вхідної напруги у бік його підвищення. Число обмоток регулювальника визначає діапазон вхідної напруги, при яких ПБЖ забезпечує нормальне живлення навантаження без переходу в аварійний режим роботи. У ПБЖ такої структури, в середньому, діапазон допустимої зміни вхідної напруги складає від -20% до +20% від номінального значення 220V.

1.1.3 ПБЖ з подвійним перетворенням напруги (On-Line)

Джерело безперебійного живлення, в якому вхідна змінна напруга спочатку перетворюється випрямлячем в постійну, а потім за допомогою інвертора знову в змінну - є джерелом з подвійним перетворенням напруги (On-Line). Акумуляторна батарея постійно підключена до виходу випрямляча і до входу інвертора і живить останній в аварійному режимі (рисунок 1.3).

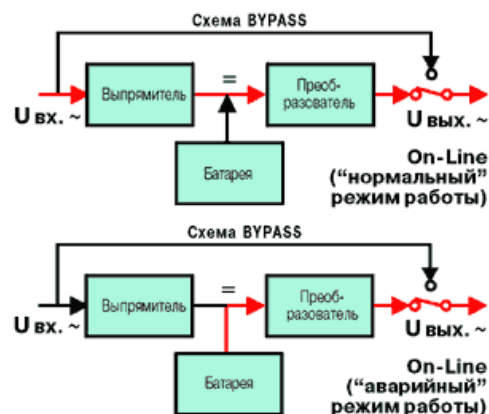


Рисунок 1.3 – ПБЖ з подвійним перетворенням напруги

Така схема побудови ПБЖ дозволяє забезпечити практично ідеальне живлення навантаження при будь-яких неполадках в мережі (включаючи фільтрацію високовольтних імпульсів і електромагнітних перешкод) і характеризується нульовим часом перемикавання в аварійний режим без виникнення перехідних процесів на виході пристрою [3]. У таких схемах присутній режим “Bypass” - живлення навантаження відфільтрованою напругою електромережі в обхід основної схеми ПБЖ. Перемикавання в режим “Bypass”, який підтримується внутрішньою схемою ПБЖ або спеціальним зовнішнім модулем, може виконуватися автоматично або вручну. ПБЖ, який має відповідну вбудовану схему, автоматично переходить в режим “Bypass” по команді пристрою керування, при перевантаженні електромереж або при виявленні несправності у важливих вузлах ПБЖ. В такий спосіб навантаження захищається не лише від збоїв в електромережі, але і від неполадок в самому ПБЖ. Можливість ручного включення режиму “Bypass” передбачається на випадок проведення профілактичного обслуговування ПБЖ або заміни його вузлів без відключення навантаження (рисунок 1.4).

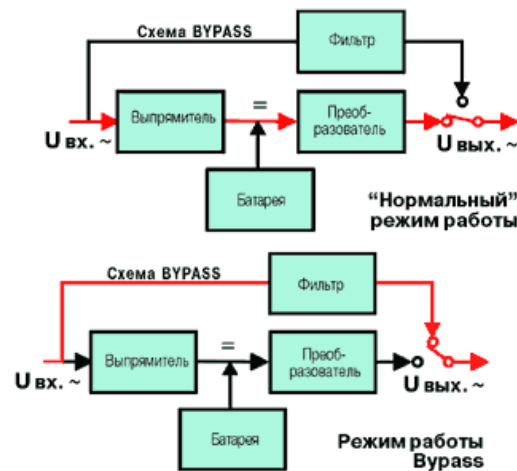


Рисунок 1.4 – Робота ПБЖ у режимі “Bypass”

До недоліків схеми з подвійним перетворенням напруги варто віднести її порівняно велику складність і як наслідок - вищу вартість.

ПБЖ On-Line типа застосовують у випадках, коли із-за тих або інших причин, є підвищені вимоги до якості електроживлення навантаження, яке може бути в ролі вузлів локальних обчислювальних мереж (мережеве устаткування, файлові сервери, робочі

станції, персональні комп'ютери), устаткування обчислювальних залів, системи керування технологічним процесом.

1.2. Огляд аналогів

Існує безліч ПБЖ різних фірм виконаних за схемою On-Line, приведемо опис і характеристики деяких з них.

ПБЖ PW5125RM та PW5115RM виробництва фірми Powerware, вони також призначені для кріплення в стійку і мають вихідну потужність 1000ВА. Інші технічні характеристики наведено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики ПБЖ

Модель	PW5125RM	PW5115RM
Вихідна потужність, VA/W	1000/900	1000/670
Габаритні розміри, мм	432×494×89	440×450×58
Маса, kg	27	20
Номинальна вихідна напруга, V	220-240	220-240
Можливий діапазон вхідної напруги, V	166-276	175-250
Робоча частота, Hz	50/60	50/60
КПД, %	93	90
Комунікаційний порт	RS232	RS232
Робочий діапазон температур, °C	0 – 40	0 – 40
Час роботи при максимальному навантаженні, min	7	5

ПБЖ серії General Electric UPS - Match 600-3000 19" є економічним рішенням, що забезпечує високу міру захисту навантаження. Пристрої забезпечені інтерфейсами RS232 та SNMP здатними працювати в усіх основних операційних системах. Ці ПБЖ призначені для монтажу в типові стійки і відповідають вимогам довгого часу автономної роботи, високої температури довкілля і захисту від високої напруги. Особливості конструктивного рішення забезпечують фронтальний доступ для заміни акумуляторів.

Властивості та переваги: фронтальний доступ до акумуляторів полегшує їх заміну; глибина 440 мм забезпечує достатній простір для роз'ємів і кабелів; спрощене підключення додаткових батарей збільшує час автономної роботи; спеціально сконструйований корпус для 19" стійок; подвійне перетворення (On-line).

Сфери застосування: інтернет-сервери; мережеві пристрої; керування виробничими процесами і телекомунікації. Технічні характеристики наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики

Модель	NP600	NP1500	NP3000
Номінальна вихідна потужність, VA/W	600 / 360	1500 / 900	3000 / 1800
Габаритні розміри, mm	225×185 × 133	225×185 × 133	293 ×220 ×267
Вихідна напруга, V	230 ± 2 %	230 ± 2 %	220 / 240 ±1 %
Вихідна частота, Hz	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Час автономії при 75 % навантаженню, min	12	10	12
Вага, включаючи акумулятори, kg	19	24	38
Акумуляторні батареї, V/Ah	24 / 7	48 / 7	108 / 7
КПД, %	91	93	93

Джерела безперебійного живлення AEG серії Protect C Rack 19" мають мікропроцесорне керування, підтримують моніторинг по інтерфейсу RS-232 за допомогою спеціалізованої програми CompuWatch. Технічні характеристики наведено у таблиці 1.3

Таблиця1.3 – Технічні характеристики

Модель	Protect C 1000	Protect C 2000	Protect C 3000
Номінальна вихідна потужність, VA/W	1000/700	2000/1400	3000/2100
Габаритні розміри, mm	482×465×88	482×465×88	482×465×88
Вихідна напруга, V	220/230±2%	220/230±2%	220/230±2%
Вихідна частота, Hz	50 (60) ± 0.2	50 (60) ± 0.2	50(60) ± 0.2
Час автономії, min 100%/50% навантаження	6/20	10/30	5/16
КПД, %	85	85	88
Вага, kg	17	24	31
Комунікаційний порт	RS 232/ RJ45	RS 232/ RJ45	RS 232/ RJ45
Температурний діапазон, °C	від 0 до +40	від 0 до +40	від 0 до +40

Дані ПБЖ мають відповідні технічні характеристики, проте не сертифіковані для застосування на АЕС. Тому, виникає необхідність в розробці ПБЖ для застосування в АСК ТП АЕС, які не поступаються по характеристиках їх зарубіжним аналогам. У дипломному проекті проведена розроблення такого пристрою.

1.3 Постановка завдання на розроблення ПБЖ

Виходячи з призначення пристрою, що проектується і специфіки сфери його застосування, розглянемо основні критерії, згідно яких буде проводитись подальше розроблення.

До основних критеріїв розроблення джерела безперебійного живлення варто віднести надійність і стійкість до зовнішніх дій (зокрема, до вібраційних і ударних навантажень).

Для підвищення надійності блоку, при його проектуванні, пропонується: забезпечити легкі електричні, теплові робочі режими деталей і матеріалів конструкції, їх правильний вибір; забезпечити надійний захист від зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих чинників; широко використовувати інтегральні мікросхеми (ІМС), а також стандартні компоненти; забезпечити ремонтпридатність виробу, використовуючи функціонально-вузловий метод конструювання.

На ранній стадії, процес проектування полягає в розгляді подібних систем з підбором технології електроживлення. Перерахуємо чинники, що впливають на цей етап:

- вартість;
- маса і розміри;
- коефіцієнт корисної дії блоку живлення;
- вхідна напруга;
- термін дії акумуляторної батареї;
- необхідна якість вихідної напруги;
- час, необхідний для виходу продукції на ринок.

З метою забезпечення естетичних і ергономічних показників, пропонується використовувати сучасний дизайн.

Для забезпечення заданих кліматичних і механічних вимог пропонується використовувати елементну базу і матеріали, враховуючи граничні зовнішні дії, які негативно впливають на працездатність виробу.

1.3.1 Технічні вимоги до ПБЖ

ПБЖ призначене для створення систем безперебійного живлення, що працюють в режимі «on-line».

Умови експлуатації ПБЖ:

- температура навколишнього повітря (20±5) °С;
- відносна вологість повітря від 40 до 80 %;
- атмосферний тиск від 84 до 107 кПа.

Граничні умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря від +5 до +60°С;
- відносна вологість повітря до 95 %;
- відносна вологість повітря не менше 100% при 60°С протягом 2 годин;
- атмосферний тиск від 84 до 107 кПа.

Вхідна напруга ПБЖ:

- номінальне ефективне значення 220V;
- допустиме відхилення від номінального значення ±20 %;
- частота (50±2) Hz;
- коефіцієнт спотворення напруги не більше 10 %.

Вимоги до параметрів вихідної напруги і струму навантаження ПБЖ приведені в таблиці 1.4 і повинні забезпечуватися на контактах з'єднувачів «ВИХІД ~220V».

Потужність споживання ПБЖ від мережі має бути не більше 800 Вт при номінальному струмі навантаження. Максимальний імпульс струму у момент включення ПБЖ має бути не більше 35А при тривалості не більше 20 ms. Вимоги до параметрів вихідної напруги і струму наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Вимоги до параметрів вихідної напруги і струму

Найменування параметра	Норма параметра на виході
Ефективне значення вихідної напруги з врахуванням зміни вхідної напруги і струму навантаження при температурі довколишнього повітря (25±10) °С, V	220±6
Частота вихідної напруги при роботі ПБЖ від акумуляторної батареї, Hz	50±0,15
Частота вихідної напруги при роботі ПБЖ від мережі змінної напруги	Синхронізація з 3

	мережею
Коефіцієнт спотворення напруги при роботі на резистивне навантаження %, не більше	2
Коефіцієнт спотворення напруги при роботі на індуктивне, ємкісне або нелінійне навантаження %, не більше	5
Номинальний струм навантаження при роботі на резистивне навантаження, А	2,7
Максимальна потужність, споживана ємкісним, індуктивним або нелінійним навантаженням (з коефіцієнтом потужності не більше 0,6), VA	1000
Ефективне значення вихідної напруги з врахуванням зміни вхідної напруги, струму навантаження і навколишньої температури, V	220±10
Мінімальний струм навантаження, А	0

До складу ПБЖ повинні входити чотири акумулятори з наступними параметрами:

- номінальна вихідна напруга -12V;
- номінальна ємкість 7 A/h.

ПБЖ повинне переходити на роботу від внутрішньої акумуляторної батареї в наступних випадках:

- при вхідній змінній напрузі більше 264V або менш 176V;
- по команді від програмованої електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) при проведенні тестів акумуляторної батареї.

ПБЖ повинне забезпечувати електричні параметри на своєму виході при роботі від внутрішньої акумуляторної батареї:

- в продовж не менше 6 хвилин при максимальному навантаженні;
- в продовж не менше 20 хвилин при половинному навантаженні.

Час заряду акумуляторної батареї до 90% ємкості повинен бути не більше 8 годин.

ПБЖ повинен переходити в режим шунтування (вхідна змінна напруга повинна передаватися на вихід ПБЖ) в наступних випадках: при струмі навантаження більше 2,9А (ефективне значення при роботі на резистивне навантаження) та умові, що вхідна змінна напруга знаходиться в межах від 176V до 264V; при температурі на радіаторі ПБЖ більше 110 °С.

Після закінчення (4+0,5) хвилин роботи в цьому режимі ПБЖ повинно відключитися.

ПБЖ повинне аварійно відключитися з подальшим ручним перезапуском при вихідному струмі більше 8А (ефективне значення) або короткому замиканні.

ПБЖ повинен забезпечувати на своєму вході коефіцієнт потужності не менше 0,96.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) ПБЖ при роботі на номінальне резистивне навантаження повинен складати не менше 82 %.

ПБЖ повинне включатися і відключатися кнопкою «ПУСК» або по команді оператора робочої станції.

Опір ізоляції ПБЖ при випробувальній напрузі 500V повинна відповідати значенням, приведеним в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Опір ізоляції ПБЖ при випробувальній напрузі 500V

Ізоляція ПБЖ	Опір, МΩ, не менше		
	Нормальні умови експлуатації	Підвищена температура	Підвищена вологість
Вхід, вихід та інтерфейс	40	10	1
Вхід, вихід та корпус	40	10	1

Електрична міцність ізоляції повинна забезпечувати відсутність пробою і поверхневого перебиття ізоляції при випробувальній постійній напрузі: 4200V в нормальних умовах експлуатації і 2500V в умовах підвищеної вологості при перевірці між входом, виходом ПБЖ та інтерфейсом; 2100V в нормальних умовах експлуатації та 1260V в умовах підвищеної вологості при перевірці між входом, виходом ПБЖ та корпусом.

ПБЖ повинне зберігати працездатність при перериванні вхідної напруги від 176V до нуля і від 242V до нуля при тривалості переривання до 0,02 s з періодом повторення 10 s.

ПБЖ повинне зберігати працездатність (з переходом на акумуляторну батарею) при провалах вхідної напруги від 220V до 154V при тривалості провалів 2 s з періодом повторення 10 s.

ПБЖ повинне зберігати працездатність при викиді вхідної напруги на 25 % від номінального значення з тривалістю 2 s з періодом повторення 10 s.

Середній час відновлення ПБЖ має бути не більше 48 h.

Напрацювання на відмову не менше 150 000 h.

Габаритні розміри ПБЖ:

- довжина - 493 мм;
- ширина - 485 мм;
- висота - 143 мм.

Маса ПБЖ - не більше 25 kg.

Міра захисту ПБЖ – IP20.

Конструктивно ПБЖ має бути виконаний у вигляді закінченого виробу в стандартному корпусі 3U для 19” шафи, на лицьовій панелі якого мають бути розташовані органи керування (кнопка «ПУСК») та індикації. На задній панелі мають бути розташовані вхідний з'єднувач “ВХІД”, вихідні з'єднувачі “ВИХІД” та з'єднувач «RS-232» для підключення ПЕОМ.

1.4 Функції та режими роботи ПБЖ

ПБЖ повинне забезпечувати живлення навантаження при повному зникненні напруги в зовнішній електромережі, наприклад в результаті аварії або від недопустимо високого відхилення параметрів напруги мережі від номінальних значень.

ПБЖ повинне формувати і виводити на ПЕОМ через інтерфейсний порт RS-232 значення своїх параметрів, що наведені в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Значення параметрів ПБЖ

Параметр	Одиниця виміру	Діапазон виміру	Похибка, %
Вхідна змінна напруга	V	0 – 340	±1
Вхідний струм	A	0 – 10	±0,1
Вхідна частота	Hz	45 – 55	±0,1
Вхідна потужність	W	0 – 1200	±10
Вихідна змінна напруга	V	0 – 340	±1
Вихідний струм	A	0 – 10	±0,1
Вихідна частота	Hz	45 – 55	±0,1
Вихідна потужність	W	0 1– 200	±10
Напруга на акумуляторній батареї	V	0 – 60	±0,1
Струм, споживаний від акумуляторної батареї	A	0 – 25	±0,5
Час автономної роботи	хвилин	0 – 400	±1
Залишковий заряд акумуляторної батареї	%	0 – 100	±10
Температура усередині ПБЖ	°C	0 – 100	±3

ПБЖ повинне забезпечувати світлову сигналізацію:

- МЕРЕЖА - при роботі від мережі;
- АКУМУЛЯТОР - при роботі від акумуляторів;
- ІНВЕРТОР - при роботі інвертора;
- ШУНТ - при роботі у режимі шунтування;
- АВАРІЯ - в аварійному режимі;
- ЗАРЯД (0%, 50%, 100%) - відображає міру заряду акумуляторної батареї;
- НАВАНТАЖЕННЯ (0%, 50%, 100%) - відображає величину струму навантаження.

ПБЖ повинне забезпечувати звукову сигналізацію:

- при роботі в режимі шунтування;
- при роботі від акумуляторних батарей;
- при аварії.

Основним режимом роботи ПБЖ є режим роботи від мережі електроживлення, при якому вихідна напруга ПБЖ повинна формуватися його інвертором і повинно відбуватися заряджання акумуляторних батарей.

ПБЖ повинне переходити в режим роботи від акумуляторних батарей при виході за допустимі межі мережі електроживлення і продовжуватися до тих пір, поки параметри мережі електроживлення не увійдуть до допустимих норм, або доки акумуляторна батарея повністю не розрядиться. Вихідна напруга ПБЖ в цьому режимі повинна формуватися його інвертором.

При перевантаженні по струму на виході або при перегріві ПБЖ повинен вмикатися режим шунтування (за наявності напруги в мережі), в якому вхідна напруга ПБЖ передається на його вихід. Даний режим повинен тривати до тих пір, поки струм навантаження або температура ПБЖ не увійдуть до норми. Вихідною напругою ПБЖ в цьому режимі має бути його вхідна напруга.

Тест акумуляторної батареї повинен проводитися по команді оператора через 24 години після її підключення, або через пів року після останнього її тестування. Під час тесту ПБЖ повинне працювати від акумуляторної батареї. Вихідна напруга ПБЖ в цьому режимі повинна формуватися його інвертором. Після закінчення тесту ПБЖ повинне перейти на роботу від мережі електроживлення.

ПБЖ повинне перейти в аварійний режим, якщо внутрішній моніторинг виявить несправність одного з вузлів ПБЖ, або в навантаженні сталося коротке замикання. При цьому формування вихідної напруги ПБЖ припиниться до тих пір, поки не буде вироблений ручний перезапуск ПБЖ.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ПБЖ

2.1 Розроблення структурної схеми

Побудова систем безперебійного живлення залежить від завдань, які на них покладаються. В деяких випадках необхідно добитися найменшого показника - час перемикавання навантаження на живлення від акумуляторних батарей або навпаки. У інших випадках необхідно забезпечити довготривалу роботу від акумуляторної батареї, при цьому час перемикавання не є критичним величиною. Тобто, можна сказати, що для кожного конкретного випадку потрібно вирішувати абсолютно різні технічні завдання.

Оскільки в системах АСК ТП є підвищені вимоги до якості електроживлення навантаження, ми використовуємо схему роботи ПБЖ - On-Line, розглянуту в пункті 1.1.3.

Пристрій, що розробляється, призначений для забезпечення безперервного живлення всіляких пристроїв, що входять до складу робочих станцій АСК ТП стабілізованою напругою 220V, 50Hz. Конкретніше, система призначена для живлення пристроїв, які мають імпульсні джерела живлення. Це дозволяє пом'якшити вимоги відносно розробки нашого приладу, оскільки імпульсні джерела живлення здатні працювати в мережі з відхиленнями напруги $\pm 20\%$ від номінального значення [4]. Ще однією перевагою є здатність їх роботи від мережі, яка має не синусоїдальну форму напруги.

Основними блоками, що входять до складу пристрою, є:

- пристрій комутацій;
- мережевий фільтр;
- зарядний пристрій;
- акумуляторна батарея;
- перетворювач змінної напруги в постійну (випрямляч);
- стабілізатор постійної напруги;
- перетворювач постійної напруги в змінну (інвертор);
- пристрій комутацій байпас;
- датчик струму;
- вихідний фільтр;
- датчик температури;
- інтерфейс;
- пристрій індикації;
- вентилятори;

– пристрій керування роботою ПБЖ.

Для забезпечення роботи і нормального функціонування всіх частин ПБЖ, необхідна ланка, яка здійснювала б зв'язок між всіма цими частинами. Можна розглянути декілька видів таких схем.

Аналогові системи - операції регулювання в яких здійснюються шляхом порівняння, посилення і перетворення аналогових сигналів. Погрішність установки параметрів в такій системі сильно залежить від параметрів активних і пасивних елементів схеми. Такі системи використовуються, в основному в недорогих пристроях.

Цифрові системи - операції керування в яких проводяться над цифровими величинами, отриманими з аналогових сигналів шляхом перетворення аналого-цифровими перетворювачами (АЦП). Точність таких систем набагато вище за рахунок використання математичного апарату обчислення.

Комбіновані - операції керування та регуляції, в яких виконуються або аналоговими, або цифровими пристроями.

У схемі застосовуються високопродуктивні контролери з функціями багатоканального аналого-цифрового перетворювача. Ввід і вивід інформації в МК може здійснюватися як в аналоговому, так і в цифровому вигляді. Використання новітніх розробок, які містять в своєму складі МК, дозволяє набагато спростити схему [5]. МК керує роботою, як схеми керування, так і роботою всього пристрою.

Вхідна напруга 220V, 50Hz поступає через мережевий фільтр і пристрій комутації на зарядний пристрій і байпас.

Мережевий фільтр - пристрій, що встановлюється у вхідному ланцюзі ПБЖ для зменшення її впливу на форму напруги в живлячій електромережі. Оскільки вхідним вузлом будь-якого потужного ПБЖ, побудованого за схемою з подвійним перетворенням (On-Line), є випрямляч, елемент нелінійний і споживаючий великий імпульсний струм, такий ПБЖ стає причиною перешкод в електромережі. Вживання фільтру дозволяє в істотній мірі ослабити подібні перешкоди.

Зарядний пристрій забезпечує зарядку АКБ за наявності напруги в мережі, забезпечуючи тим самим постійну готовність до роботи ПБЖ в автономному режимі.

Перетворювач змінної напруги в постійну виконує роль перетворювача змінної напруги 220V в постійну 220V. Даний пристрій побудований за схемою імпульсного перетворювача з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). Напруга на його виході постійна, але не стабілізована, тобто залежить від зміни вхідної напруги. Для стабілізації використовується стабілізатор постійної напруги. Стабілізатор побудований за схемою одноконтурного підвищувачого імпульсного стабілізатора.

Вихідний фільтр служить фільтром електромагнітних перешкод і запобіганню їх потрапляння до навантаження.

Також велике значення у ПБЖ має наявність зв'язку з персональним комп'ютером (ПК). Це дозволяє операторові стежити за станом мережі, станом АКБ і всієї роботи ПБЖ. В даному випадку використовується стандартний інтерфейс зв'язку МК і ПК - RS-232. Це дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг ПБЖ і безпечно завершення роботи ПК при аварії або довготривалій відсутності напруги в мережі (згідно вимогам технічного завдання), за умови налаштування програмного забезпечення ПК.

Блок контролю і керування контролює роботу ПБЖ, аналізуючи сигнали, що отримуються від його вузлів, управляє їм та блоком індикації (БІд) відповідно до внутрішньої програми, формує, передає і отримує інформацію від ПК по інтерфейсу RS-232, а також виробляє додаткову напругу живлення для БСл.

Отже, ПБЖ можна розділити на наступні функціональні вузли (рисунок 2.1):

- блок силовий, БСл;
- блок контролю і керування, БКУ;
- блок індикації, БІд;
- вхідний і вихідний фільтри;
- акумуляторна батарея;
- вентилятори.

2.1.1 Опис роботи структурної схеми ПБЖ

Напруга мережі (220 ± 44) V частотою (50 ± 2) Hz через вхідний з'єднувач, фільтр і комутатор вхідної напруги поступає на БСл, який перетворює цю змінну напругу в змінну напругу (220 ± 6) V частотою ($50\pm 0,15$) Hz, що поступає через вихідний фільтр і вихідні з'єднувачі на вихід ПБЖ. За відсутності або виході за допустимі межі змінної напруги мережі ПБЖ перемикається на роботу від акумуляторної батареї, при цьому на його виході формується змінна напруга (220 ± 6) V частотою ($50\pm 0,15$) Hz. БСл також контролює працездатність вентиляторів охолодження.

БКУ контролює роботу БСл, аналізуючи сигнали, що отримуються від нього, управляє їм та БІд відповідно до внутрішньої програми, формує, передає і отримує інформацію від ПК по інтерфейсу RS-232, а також виробляє додаткову напругу живлення для БСл.

На БІд розташовано 11 індикаторів, які по команді від БКУ сигналізують про режим роботи ПБЖ, кнопку «ПУСК», за допомогою якої здійснюється включення і виключення

останнього, та датчик температури.

Функціонально БСл (рисунок 2.2), містить вузли, які показані на рис. 2.2.

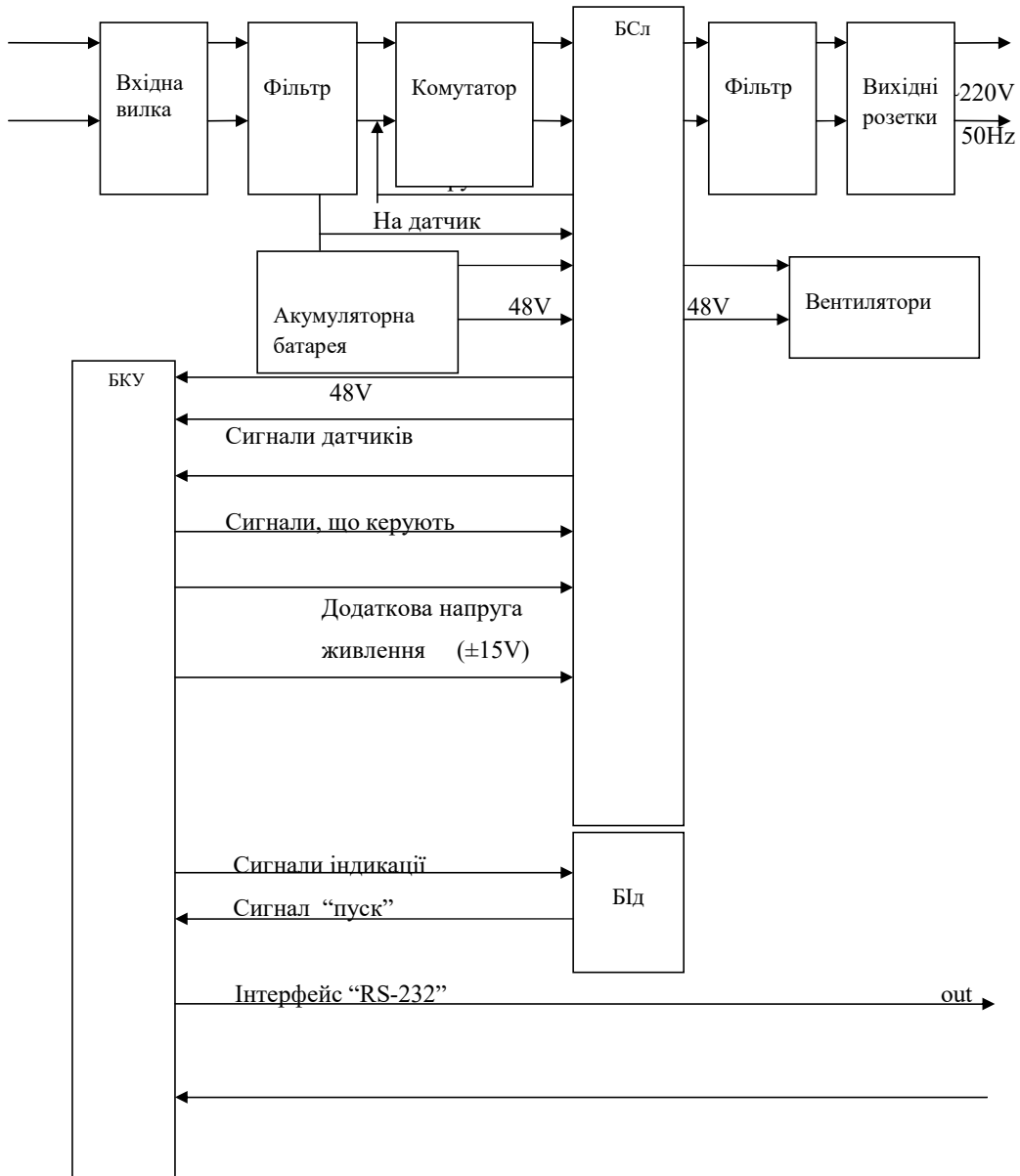


Рисунок 2.1 – Структурна схема ПБЖ

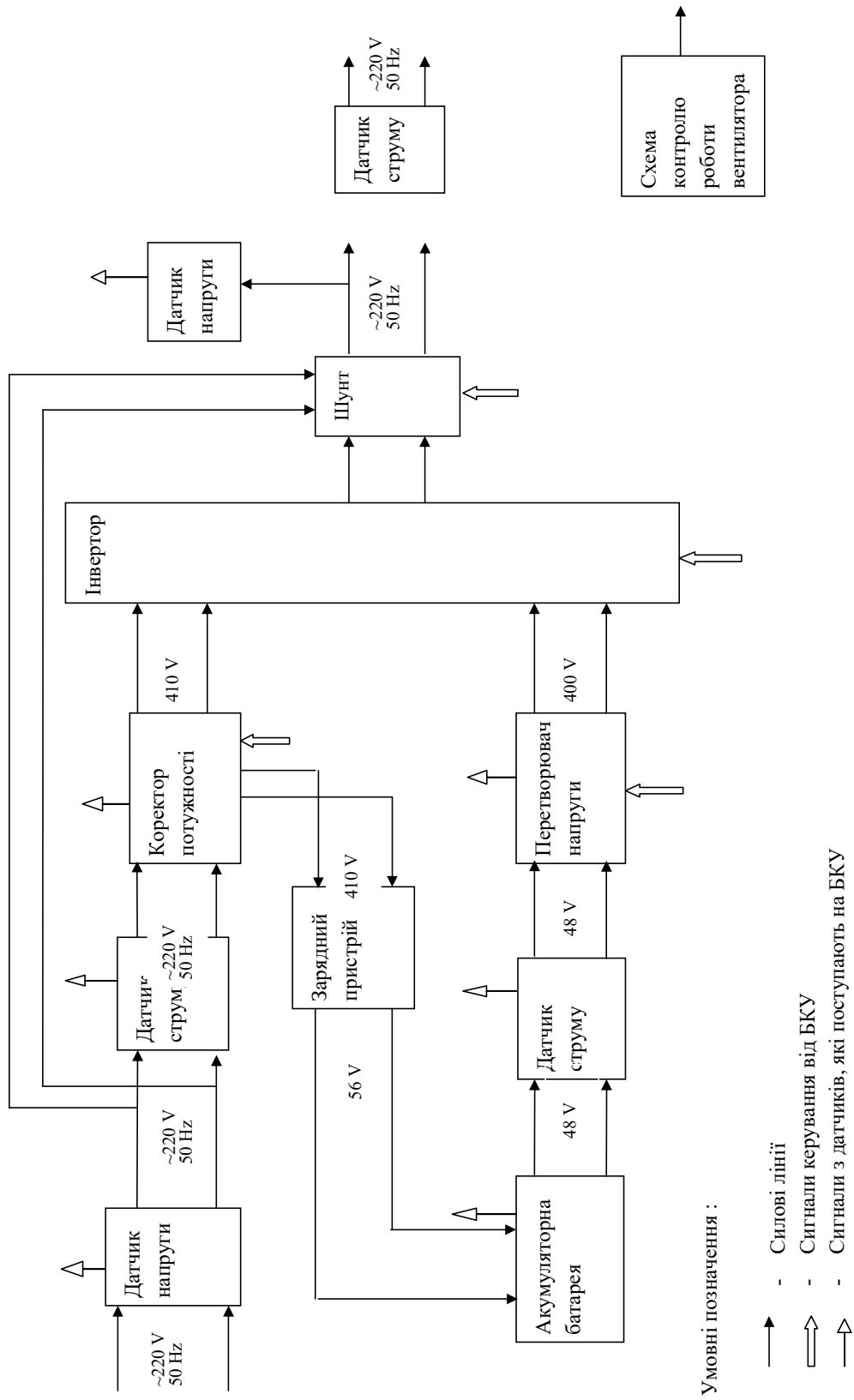


Рисунок 2.2 – Структурна схема БСУ

Напруга 220V частотою 50Hz поступає на датчик струму P1. Коли контакти реле замкнуті, змінна напруга через датчик струму P1 поступає на вхід коректора потужності. Коректор потужності перетворює змінну напругу 220V частотою 50Hz в постійну напругу 410V, яка подається на інвертор, при цьому вхідний струм коректора потужності має форму, близьку до синусоїдальної. Коректор потужності управляється сигналом від БКУ.

Зарядним пристроєм (рисунок 2.2) є перетворювач напруги, охоплений двома зворотними зв'язками: по напрузі і по струму. Коли акумуляторна батарея розряджена, зарядний пристрій працює в режимі стабілізації струму (на рівні 0,9А), забезпечуючи швидкий заряд батареї. По мірі заряду акумуляторної батареї її внутрішній опір збільшується, зарядний пристрій переходить в режим обмеження напруги на рівні 56V, а струм заряду по мірі наближення батареї до її номінальної ємності зменшується.

Перетворювач напруги (рисунок 2.2) перетворює напругу акумуляторної батареї в постійну напругу 400V, яка подається на інвертор. За наявності вхідної змінної напруги інвертор харчується від коректора потужності, а перетворювач напруги працює на холостому ході. Як тільки коректор потужності вимикається і на його виході напруга знижується до величини менше 400V, інвертор автоматично переходить на живлення від перетворювача напруги.

Інвертор перетворить постійну напругу 410V або 400V в синусоїдальну змінну напругу 220V частотою 50Hz. Управляється інвертор командою від БКУ.

З виходу інвертора напруга через шунт і датчик струму подається на вихід БСл. Якщо в навантаженні ПБЖ сталося перевантаження по струму або температура усередині ПБЖ перевищила допустиму норму, шунт по команді від БКУ перемикається і вхідна змінна напруга БСл подається на його вихід. Перелік елементів ПБЖ приведений в додатку А.

2.2 Вибір елементної бази для БКУ

Джерело безперервного живлення повинне забезпечувати цілодобову роботу будь-якого пристрою, який підключений до нього, із збереженням вихідних параметрів, тому до нього висуваються жорсткі вимоги, як до конструкції, так і до вибору елементів схеми.

Умовно елементи схем можна розділити на елементи загального вживання і спеціальні.

Елементи загального вживання є виробами масового виробництва, тому вони піддалися досить широкої стандартизації. Стандартами і нормами встановлені техніко-економічні і якісні показники, параметри і розміри. Такі елементи називають типовими.

Вибір типових елементів проводиться по параметрах і характеристиках, які описують їх властивості, як за нормальних умов експлуатації, так і при різних впливах (кліматичних, механічних та ін.).

Основними електричними параметрами є: номінальне значення величини, характерної для даного елемента (опір резисторів, ємкість конденсаторів, індуктивність котушок та ін.) і межі допустимих відхилень; параметри, які характеризують електричну міцність і здатність довгостроково витримувати електричне навантаження; параметри, які характеризують втрати, стабільність і надійність.

Основними вимогами, якими потрібно керуватися при проектуванні радіоелектронної апаратури, є вимоги за найменшою вартістю виробу, його високої надійності і мінімальним масогабаритним показником. Крім того, при проектуванні поважно збільшувати коефіцієнт повторюваності радіоелементів. Виходячи з перерахованих вище критеріїв зробимо вибір елементної бази приладу.

Всі елементи схеми вибираються з обмежувального переліку ЗАТ СНВО «Імпульс».

Для забезпечення роботи і нормального функціонування всіх частин ПБЖ, необхідна ланка, яка здійснювала б зв'язок між всіма його частинами. Використання новітніх розробок, які містять в своєму складі МК, дозволяє набагато спростити електричну схему. МК управляє роботою як схеми керування так і роботою всього пристрою. Ринок МК широко представлений наступними фірмами: Microchip (МК серії PIC16); Analog Devices (МК серії ADUC7026, ADUC7027, ADUC7028); ZILOG (МК серії Z8EncoreMC); ATMEL (МК серії ATmega8515, ATmega8535). Їх характеристики приведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Характеристики МК

Модель контролера	Робоча частота, MHz	Архітектура	Ємкість пам'яті, Кб	Кількість контактів	Інтерфейс
ATmega8515	16	8-bit	64	40	SPI
ADUC7026	44	16-bit	62	20	SPI
Z8EncoreMC	20	8-bit	16	17	SPI, UART
ATmega8535	16	8-bit	8	32	SPI
Microchip PIC16	32	8-bit	7	12	SPI, USART

Основними критеріями вибору МК є: працездатність - відповідність всіх показників МК нормам технічних умов; надійність - збереження працездатності на відрізьку ЧАСК експлуатації; вартість закупівлі.

Основними критеріями вибору задовольняють МК фірми ATMEL [6], а саме МК Atmega8515. МК Atmega8515 вибраний виходячи з необхідного об'єму пам'яті програм, необхідної кількості контактів для організації роботи БКУ (38шт) і відносно невеликій вартості.

Високоєфективний, економічний 8-розрядний МК AVR (RISC архітектура)[16].

Енергонезалежні пам'ять програм і даних:

- 8 кбайт внутрішньосхемна програмована флеш-пам'ять з можливістю самозапису.

Довговічність: 10,000 циклів «запис-стирання».

- можливість створення сектора попереднього завантаження з роздільними бітами захисту. Можливість внутрішньосхемного програмування програмою у вбудованому секторі початкового завантаження. Можливість прочитування під час запису:

- 512 байт ЕППЗУ (EEPROM). Довговічність: 100,000 циклів «запис-стирання»

- 512 байт внутрішнього статичного ОЗУ.

- можливість організації зовнішньої області пам'яті розміром до 64 кбайт

- програмування бітів захисту програмного забезпечення.

Напруга живлення: 4.5 - 5.5В

БКУ розроблений на основі двох МК ATmega8515. Один з них виконуватиме більшість функцій блоку (далі - основний контролер), інший виконуватиме функції виміру величин вхідних сигналів, попередньої обробки і передачі в основний контролер даних (далі - вимірювальний контролер). Основний і вимірювальний контролери зв'язані між собою шиною послідовного інтерфейсу SPI.

Мікросхеми обрано виходячи з необхідної логіки роботи проєктованих вузлів модуля. Аналогові мікросхеми вибрані виходячи з необхідного діапазону напруги (від - 0,02 до +5,55V) і кількості комутації вхідних аналогових сигналів.

АЦП обрано виходячи з необхідного діапазону перетворення вхідних аналогових сигналів від мінус 0,02 до 10 В, можливістю роботи з двополярними вхідними сигналами, необхідній точності перетворення вхідних аналогових сигналів ($\pm 0,2$ %) (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Характеристики АЦП

Модель АЦП	Величина напруги, V	Потужність, mW	Робоча температура, °C
AD7862AR-10	±10	60	-40...+85
AD7740YRM	±2.5	3	-40...+105
ADS1251U	+0.5...+5	8	-40...+85
LTC2410IGN	+2.7...+5.5	11	-40...+85
ADS1252U	+0.5...+5	8	-40...+85

Згідно таблиці 2.2, вибираємо AD7862AR-10 з наступними характеристиками:

- споживана потужність60mW;
- напруга живлення.....±10V;
- робоча температура.....-40+85 °C.

AD7945BR (ЦАП) з наступними характеристиками:

- кількість вхідних каналів20;
- напруга живлення.....+3,3.+5V;
- робоча температура.....-40+85 °C.

ADG507AKR Analog Devices (аналоговий мультиплексор) з наступними характеристиками:

- кількість вхідних каналів28;
- комутована напруга.....±44V;
- напруга живлення.....±(10,8 - 16,5)V;
- робоча температура.....-40+85 °C.

Приймач-передавач вибираємо по типу інтерфейсу (таблиця 2.3) з наступними характеристиками:

Таблиця 2.3 – Характеристики приймача-передавача

Модель	Інтерфейс	Напруга живлення, V	Робоча температура, °C
HIN202IBN	RS-232	+5	-40...+85
ADM2484EBRWZ	RS-485	+5	-40...+85
AduM1401ARW	RS-232/RS-422/RS-485	+5	-40...+105
XR16L784IV	RS-232/RS-422/RS-485	+7	-40...+85

Згідно таблиці 2.3, вибираємо Intersil HIN202IBN з наступними характеристиками:

- напруга живлення.....+5V;
- інтерфейс..... RS-232;
- робоча температура.....-40+85 °C.

Резонатори обрано виходячи з необхідного номіналу максимальної частоти роботи АЦП AD7862AR-10 (2.4576MHz) і МК Atmega8515 (16 MHz) (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Характеристики резонаторів

Модель	Частота, М Hz	Ємкість, рF	Опір, Ω	Робоча температура, °C
Q-16.O-S-30-30/30-T1	16	12...32	20	-40...+85
Q-0,1-MTF32-12,5-20	0,1	6...12,5	30	-40...+85
Q-12.000-S-30-30/30-T1	12	12...32	20	-40...+85
Q-8.0-SS3-30-30/150-T3	8	12...32	15	-40...+125

Згідно таблиці 2.4 вибираємо резонатор Jauch Q-16.O-S-30-30/30-T1.

Обираємо резистори загального призначення (таблиця 2.5), що використовуються для роботи в ланцюгах постійного та імпульсного струму. Номінальні потужності вибрані з коефіцієнтом запасу по навантаженню не більше 0,5.

Таблиця 2.5– Характеристики резисторів загального призначення

Параметри	Значення				
	RC01	RC12	RC21	RC31	RC41
Тип	RC01	RC12	RC21	RC31	RC41
Типорозмір корпусу	1206	0805	0603	0402	0201
Діапазон номіналів опорів	1 Ω ...1 М Ω				100м...1 М Ω
Допуск	±5%				
Максимальна потужність	0.25 W	0.125W	0.1 W	0.063W	0.005 W
Максимальна робоча напруга	200 V	150V	50 V		15V
Діапазон робочих температур	-55 ... +155°C				

Згідно таблиці 2.5 обираємо опори RC01 з типорозміром корпусу 1206, а також оберемо опори підвищеної точності (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 – Характеристики опорів підвищеної точності

Параметри	Значення		
Тип	UXA	UXA	UXE
Типорозмір корпусу	0204	0207	0114
Діапазон номіналів опорів	1 Ω ... 1M Ω		
Допуск	$\pm 0.25\%$		
Максимальна потужність	0.1 W	0.125W	0.25W
Максимальна робоча напруга	200 V	250V	300V
Діапазон робочих температур	-50 ... +125 ⁰ C		

Згідно таблиці 2.6, вибираємо опори серії UXA типорозміру 0204.

При виборі конденсаторів, враховуючи умови експлуатації ПБЖ, а також електричні параметри, до них висуваються наступні вимоги:

- найменша маса;
- найменші розміри;
- мінімальна вартість;
- висока стабільність;
- висока надійність.

Розглянемо декілька типів SMD конденсаторів і порівняємо їх відносно класу діелектрика [7] (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Характеристики конденсаторів

Клас діелектрика	Клас 1	Клас 2
Типорозмір корпусу	0402...1210	0402...2220
Номінальна постійна напруга U_n	50V; 200V; 500V; 1кV 3кV	25V; 50 V; 100V; 200V; 500V; 1кV; 2кВ; 3кV
Діапазон ємностей	1 pF...10 nF; 1nF...10mF	1 pF ... 1nF; 1 nF ... 10 mF

Допуск ємностей (у % чи pF)	При $C_n < 10$ pF: ±0.1 pF ±0.25 pF ±0.5 pF	±5 % ±10 % ±20 %
	При $C_n \geq 10$ pF: ±1 % ±2 % ±5 % ±10 %	
Максимально відносна девіація ємності $\Delta C/C$	-	±15 %
Діапазон робочих температур	-55...+125 ⁰ C	-55...+125 ⁰ C

Згідно таблиці, вибираємо конденсатори з діелектриком 1 класу і типорозміром корпусу 1206.

Проаналізувавши технічні дані елементної бази, можна зробити наступні висновки:

- інтегральні схеми знаходяться в прямокутних корпусах, а резистори і конденсатори, призначені для поверхневого монтажу, мають однаковий розмір, що дозволяє автоматизувати процес установки цих елементів на друкарську плату [8];

- інтервал робочих температур елементної бази, допустима величина відносної вологості повітря, атмосферний тиск, вібрації одиночних ударів і лінійних навантажень дозволяють спроектувати модуль, що працює в заданих в технічному завданні умовах експлуатації;

- вибрані елементи можуть працювати в модулі з великим запасом по коефіцієнтах навантаження.

Повний перелік елементів приведений в додатку Б.

2.3 Розроблення схеми функціональної БКУ

Функціонально БКУ, відповідно до рисунка 2.3, містить наступні вузли:

- комутатор (К) призначений для комутації контрольних сигналів від БСл через вхідні узгоджувачі (ВС) або підсилювач первинного перетворювача температури (УДТ) до входу АЦП;
- ВС призначені для узгодження рівнів вхідних контрольних сигналів з входами комутатора;

- УДТ для посилення контрольного сигналу від датчика температури, що поступає з БСл на комутатор;
- буферний підсилювач (БУ1), що здійснює узгодження сигналу від датчика температури з АЦП;
- буферний підсилювач (БУ2), що здійснює узгодження виходу комутатора з АЦП;
- АЦП призначений для перетворення сигналів напруги постійного струму з виходу комутатора в цифровий код;
- ЦАП призначений для перетворення цифрового двійкового коду з виходу АЦП в аналоговий сигнал;
- підсилювач (УС) призначений для посилення аналогового сигналу з виходу ЦАП;
- МК (МК1) призначений для зв'язку і обміну інформацією з блоками БСл, БД, другим МК (МК2) через вузол зв'язку (УСв) з ПЕОМ;
- МК (МК2) призначений для зв'язку і обміну інформацією з першим МК (МК1), АЦП, ЦАП, комутатором, компараторами і регістрами (RG2-RG4);
- компаратор (КОМП) призначений для формування сигналу ICP на МК2 під час переходу синусоїди вхідної напруги через нуль;
- елементи гальванічної розв'язки (EP1, EP2) забезпечують гальванічну розв'язку вхідних і вихідних ланцюгів вузла зв'язку (УСв);
- вузол зв'язку (УСв) здійснює зв'язок між ПЕОМ і МК1;
- перетворювач напруги формує постійну напругу +5V, +15V і - 15 V (допоміжні джерела) для живлення блоків БКУ, БСл та БД.

Схема електрична функціональна БКУ наведена на рисунку 2.3.

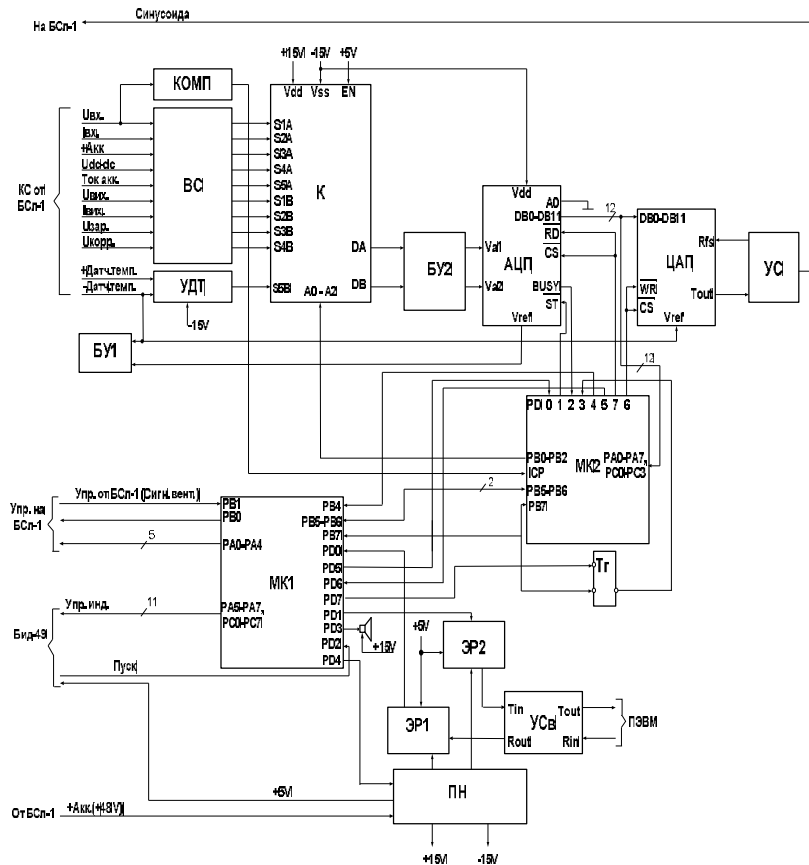


Рисунок 2.3 – Схема електрична функціональна БКУ

2.4 Розроблення схеми електричної принципової БКУ

Порт послідовного вводу/виводу даних основного МК працює в режимі восьмирозрядного універсального асинхронного приймача із змінною швидкістю прийому/передачі даних. Швидкість прийому/передачі даних, складає 1200bod, забезпечується апаратним USART в МК. Прийом і передача даних здійснюються байтами.

Портом послідовного вводу даних в МК є вхід PD0, портом послідовного виводу даних з мікроконтролера вихід PD1 - плакат ПД.102.01.1.18.003.Е3

Керування силовим блоком здійснюється основним МК через виходи PA0-PA4, PB0 і вхід PB1. Керування індикаторною панеллю - через виходи PA5-PA7, PC0-PC7.

Керування джерелом живлення БКУ здійснюється основним МК через вихід PD4.

Керування джерелом опорного синусоїдального сигналу здійснюється через вихід PD5 основного і вхід PD0 вимірювального МК.

Керування звуковим випромінювачем здійснюється основним МК через вихід PD3.

Зв'язок між основним і вимірювальним контролерами здійснюється через входи/виходи PB5-PB7 обох МК. Керування логікою обміну здійснюється через входи PB4 і PD6 основного МК і виходи PD4 і PD5 вимірювального МК.

Призначення портів основного МК приведене у додатку В.

Виводу даних для формування опорного синусоїдального сигналу в цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) і вводу даних вимірювальних каналів з групового аналого-цифрового перетворювача (АЦП) здійснюється вимірювальним МК через порти PA і PC, де PA0-PA7, PC0-PC3 - шина даних, а PD6 і PD7 сигнали WR і RD відповідно.

Керування аналоговим комутатором вхідних вимірювальних каналів здійснюється вимірювальним МК через виходи PB0-PB2 порту В.

Призначення виводів портів вимірювального МК наведено у додатку Д.

Комутатор реалізований на п'ятиканальному комутаторі D1, який служить для прийому одночасно двох вхідних контрольних сигналів від БСл через вхідний узгоджувач або підсилювач первинного вимірювального перетворювача температури:

- перший канал (вхідна і вихідна напруга ПБЖ) - до входів S1A, S1B (контакти 19, 11);
- другий канал (вхідний і вихідний струм ПБЖ) - до входів S2A, S2B (контакти 20, 10);
- третій канал (напруга на акумуляторній батареї і вихідна напруга зарядного пристрою) - до входів S3A, S3B (контакти 21, 9);
- четвертий канал (вихідна напруга коректора потужності і перетворювача напруги) - до входів S4A, S1B (контакти 22, 8);
- п'ятий канал (струм, споживаний від акумуляторної батареї, і сигнал від датчика температури) - до входів S5A, S5B (контакти 23, 7).

Керування комутатором здійснюється з виходів PB 0-2 МК2 (контакти 40-42 мікросхеми D16) на входи A2-A0 (контакти 15-17 мікросхем D1).

Перший канал вибирається за кодом "000", п'ятий - за кодом "100".

Вибрані сигнали з виходів DA, DB (контакти 28, 2) комутатора поступають через БУ2, виконаний на повторителях D3, на входи VA1, VA2 АЦП (контакти 25, 18 мікросхеми

D4).

Вхідні узгоджувачі для контрольних сигналів виконані на елементах:

- R10 для «Uвх»;
- R11 для «Uвих»;
- R9, C5 для «Струм акк.»;
- R3, R12 для «Iвх.»;
- R4, R13 для «Iвих.»;
- R5, R14, C1 для «+Акк»;
- R1, R6, R15, C2 для «Udc-dc»;
- R7, R16, C3 для «Uзар»;
- R2, R8, R17, C4 для «Uкорр.».

Підсилювач первинного вимірювального перетворювача температури, виконаний на підсилювачі D2.1 і резисторах R18-R21, підсилює контрольний сигнал з виходу первинного вимірювального перетворювача температури, що знаходиться в БСл.

Компаратор складається з:

- фільтру R22, C7, який служить для придушення високочастотних перешкод;
- компаратора D5.1, R23, R24, C8;
- вихідного узгоджувача V1, R25, R26, що погоджує рівень сигналу з виходу компаратора з входом ІСР МК2.

До вхідного фільтру компаратора підключається контрольний сигнал «Uвх».

Під час переходу синусоїди через нуль (синхроімпульс 50Hz) змінюється стан виходу компаратора, яке через вихідний узгоджувач сприймається МК2 по входу ІСР (контакт 29 мікросхем D16).

АЦП (D4) приймає скомутовані сигнали з виходів DA, DB комутатора через буферний підсилювач (D3).

АЦП здійснює перетворення сигналів напруги постійного струму в 12-розрядний двійковий додатковий код на виходи DB0-DB11 по сигналу запуску ST (контакт 8), що поступає з виходу PD1 МК2 (контакт 7 мікросхем D16).

МК2 вводить дані по паралельному порту PA 0-7 по сигналу готовності, формованим мікросхемою D4 на виході BUSY (контакт 23).

ЦАП (D6) приймає сигнали з виходів DB0-DB11 АЦП.

ЦАП здійснює перетворення двійкової коди в аналоговий сигнал, який через виходи RFS і Tout (контакти 20 і 1) і підсилювач, виконаний на мікросхемах D5.2 і D7.2, передається на БСл (сигнал «Синусоїда»).

МК1 (D13) видає сигнали, що керують:

- на БСл
- для включення індикаторів в БД
- для включення перетворювача напруги з виходу PD4 (контакт 10).

Приймає контрольні сигнали, що керують:

- "Сигн. вент." від БСл
- "Пуск" при натисненні кнопки «ПУСК» від БД на вхід PD2 (контакт 8).

Здійснює зв'язок: між МК1 і вузлом зв'язку, приймаючи сигнал з виходу Rout вузла зв'язку через елементи гальванічної розв'язки (D9) на вхід PD0 (контакт 5) і видаючи сигнал з виходу PD1 (контакт 7) через гальванічну розв'язку (D10) на вхід Tin вузла зв'язку та між МК1 і МК2 по послідовному інтерфейсу SPI.

МК2 (D16) видає сигнали:

- керування на входи А0-А2 К;
- запуску на вхід ST АЦП;
- читання цифрових даних з АЦП з виходу PD6 (контакт 12);
- записи цифрових даних в ЦАП з виходу PD7 (контакт 13);
- приймає сигнал з виходу компаратора на вхід ICP (контакт 29);
- здійснює зв'язок МК2 і МК1 по послідовному інтерфейсу SPI.

Вузол зв'язку (D22):

- приймає інформацію з ПЕОМ по входу Rin (контакт 8);
- видає інформацію в МК1 по входу Rout (контакт 9);
- приймає інформацію з МК1 по входу Tin (контакт 10);
- видає інформацію в ПЕОМ по входу Tout (контакт 7).

Елемент розв'язки (D9) управляється по входу 3 сигналом з виходу Rout вузла зв'язку, а елемент розв'язки (D10) - сигналом з виходу PD1 МК1.

Перетворювач напруги виконаний на мікросхемі D21 за принципом обратногоходового перетворювача напруги. Живлення перетворювача здійснюється від акумуляторної батареї (+ Акк).

Керування вмиканням/вимиканням перетворювача здійснюється сигналом з виходу PD4 МК1.

З вторинних обмоток трансформатора формується напруга для живлення БКУ, БСл і БД за допомогою елементів:

- плюс 15 V (V10, L2, C35, C40);
- плюс 5 V (V11, L3, C36, C41, C42);
- мінус 15 V (V12, L4, C37, C43).

З вторинної обмотки 7-8 трансформатора Т1 формується гальванічно розв'язана напруга живлення вузла зв'язку, що поступає на входи VCC і V+ (контакти 16 і 2) мікросхеми D22.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Завданням дипломної роботи було розроблення пристрою безперебійного живлення для застосування на об'єктах критичної інфраструктури, і, як результат, було створено пристрій з покращеними технічними характеристиками, а саме, зменшився коефіцієнт пульсації по перемінному струму, розширився температурний діапазон застосування, збільшився час використання пристрою в автономному режимі. Згідно з досягнутими параметрами доцільно використання даного пристрою на об'єктах критичної інфраструктури.

3.2 Правові та організаційні основи охорони праці

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство

про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництв системи управління охорони праці визначені безпосередньо «Інструкцією на робоче місце № 1», та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені в [16].

3.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05).

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [17].

3.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення

Робота над створенням дипломного проекту проходитиме в приміщенні відповідної установи (компанії, підприємстві тощо). Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером. Геометричні розміри приміщення зазначені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	5
Висота, м	3
Площа, м ²	25
Об'єм, м ³	75

Згідно з [18] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування. Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

3.5 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [19] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500

Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ □800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 78 м³, площу — 18 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум на робочому місці знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентиляції приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет має бути оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5.

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

3.6 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої, що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожну годину роботи.

3.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері

Роботу, пов'язану з електронно-обчислювальними машинами (далі - ПК) з відео дисплейними терміналами (далі - ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і периферійними пристроями (далі - ПП), виконують із забезпеченням виконання [22], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ПК з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема ПК та периферійні пристрої.

Робочі місця мають відповідати вимогам цих Правил та Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [20].

Це передбачає, що визначена виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів. Тому у першій частині цього підрозділу за результатами аналізу повинні бути визначені такі фактори.

Робота ПК та периферійних пристроїв супроводжує виділення багатьох хімічних речовин, зокрема озону, оксидів нітрогену та аерозолів (високодисперсних частинок тонера). Для прикладу, за умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом яких може бути принтер, сканер та ін.), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Дані щодо небезпечних і шкідливих виробничих факторів наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількіс на оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ	2	ДСН 3.3.6.042-99
- підвищений рівень шуму на робочому місці	Система охолодження ЕОМ	2	ДСН 3.3.6.037-99
- підвищений рівень вібрації	Система охолодження ЕОМ, привід	2	ДСН 3.3.6.039-99 ДСТУ ГОСТ 12.1.012-90
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	ДБН В.2.5-28:2015

- недостатне освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	ДБН В.2.5-28:2015
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці- налагодження моніторів)	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача,) та організації робочого часу - безпервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98

3.8 Пожежна безпека

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 таке приміщення, площею 25 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасінні пропонується використовувати:

– ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт. або хімічний пінний ОХП-10 – 1 шт;

– поєсть 1 1 м², кошму 2×1,5 м² або азбестове полотно 2×2 м² в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

– поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,

– полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,

– склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,

– пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,

– деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень ВЦ.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [21] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймісті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол [22].

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигазу, що фільтрує, з коробкою марки «В» із сірою відміткою забарвлення – захист від неорганічних газів (хлор, фтор, бром, сірководень, сірковуглець, хлорціан, галогени), а цей фільтр не захистить від СО (тобто від чадного газу).

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він захищає від Чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

3.9 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві

рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

3.10 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [18] і наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [18]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [18]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі користувача, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату. Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

3.11 Освітлення робочого місця

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня

точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає [23]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє [23] і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Примечание [s1]: [ДБН В.2.5-28:2015]

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею $S = 1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників N виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м²; $S = 25 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників $Z = 1.1 - 1.3$) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм.

Підставивши числові значення у формулу (3.1), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 2,64$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 3-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де n – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

W – потужність однієї лампи, Вт;

(0,1÷0,2) – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт

$$N = \frac{3 \cdot 160 + 0,2 \cdot 3 \cdot 160}{1000} = 0,576 \text{ кВт}$$

3.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів, а також зовнішніми чинниками, коливається у межах 50–65 дБА [24]. Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де

виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц. Додатковим звукопоглинанням в КВТ можуть бути фіранки, підвішені в складку на відстані 15-20 см. Від огорожі, виконані з щільної, важкої тканини. У приміщенні з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [24]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- застосування нових плазмових моніторів,
- віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),
- раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

3.13 Розрахунок захисного заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [30] приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це

відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Визначимо необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.4)$$

–де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (А.3), отримуємо:

$$- R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом·м (табличне значення).

Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$, і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (4.5)$$

–де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів I кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом·м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом·м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом·м}$$

Розрахуємо опір розтікання струму вертикального заземлювача R_v , Ом, за (А.5).

$$R_v = \frac{\rho_{розр.в.}}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_v}{d_{ст}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_v}{4 \cdot t - l_v} \right), \quad (4.6)$$

–де l_v – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_v = 3$ м);

– $d_{ст}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{ст}=0,05$ м);

– t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф.

(3.6):

$$t = h_b + \frac{l_b}{2}, \quad (4.7)$$

–де h_b – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м);

тоді $t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3$ м

$$R_b = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_b :

$$n = \frac{2 \cdot R_b}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.8)$$

Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_b = 0,57$ (табличне значення).

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання n_b , шт:

$$n_b = \frac{2 \cdot R_b}{R_d \cdot \eta_b} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.9)$$

Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_b \cdot (n_b - 1), \quad (4.10)$$

–де L_b – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_b = 3$ м);

– n_b – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_r , Ом:

$$R_r = \frac{\rho_{розр.г}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{см} \cdot h_r}, \quad (4.11)$$

- де d_{cm} – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{cm} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;
- h_r – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);
- l_c - довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c , відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_b .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c = 0,3$ (табличне значення).

Розраховуємо результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{zar} = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b \cdot \eta_c + R_r \cdot n_b \cdot \eta_b} \leq R_d \quad (4.12)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{zar} < 4$ Ом, а саме:

$$R_{zar} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

Висновки до розділу 4

В даному розділі дипломного проекту зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників. Визначено параметри і характеристики приміщення для роботи над дипломним проектом, заходи, які потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для роботи. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, електробезпеки та пожежної безпеки. Наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці, рекомендації з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблено пристрій безперебійного живлення для застосування на об'єктах критичної інфраструктури

Розглянуті варіанти реалізації схем систем безперебійного живлення, проведений аналіз існуючих аналогів, розроблена структурна схема пристрою, а також функціональна і принципова схеми одного з основних блоків пристрою – блоку контролю і керування, структурна схема силового блоку.

До складу ПБЖ входять чотири акумулятори з наступними параметрами:

- номінальна вихідна напруга -12V;
- номінальна ємкість 7 A/h.

ПБЖ переходить на роботу від внутрішньої акумуляторної батареї в наступних випадках:

- при вхідній змінній напрузі більше 264V або менш 176V;
- по команді від програмованої електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) при проведенні тестів акумуляторної батареї.

ПБЖ забезпечує електричні параметри на своєму виході при роботі від внутрішньої акумуляторної батареї:

- в продовж не менше 6 хвилин при максимальному навантаженні;
- в продовж не менше 20 хвилин при половинному навантаженні.

Час заряду акумуляторної батареї до 90% ємкості повинен бути не більше 8 годин.

ПБЖ переходить в режим шунтування (вихідна змінна напруга повинна передаватися на вихід ПБЖ) в наступних випадках: при струмі навантаження більше 2,9А (ефективне значення при роботі на резистивне навантаження) та умові, що вхідна змінна напруга знаходиться в межах від 176V до 264V; при температурі на радіаторі ПБЖ більше 110 °С.

Після закінчення (4+0,5) хвилин роботи в цьому режимі ПБЖ відключається.

ПБЖ аварійно відключається з подальшим ручним перезапуском при вихідному струмі більше 8А (ефективне значення) або короткому замиканні.

ПБЖ забезпечує на своєму вході коефіцієнт потужності не менше 0,96.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) ПБЖ при роботі на номінальне резистивне навантаження складає не менше 82 %.

ПБЖ включається і відключається кнопкою «ПУСК» або по команді оператора робочої станції.

У дипломному проекті розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Елисеєв В.В., Ларгин В.А., Пивоваров Г.Ю. Программно-технічні комплекси АСК ТП: Учебн. посібник-К.: Издательско-полиграф. центр «Київський університет», 2003.-429 с.
2. Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 344 с.
3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. М.: Солон-Р, 2001. – 334 с.
4. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т.1. – М.:ООО ” ИД СКИМЕН”, 2002. – 336 с.
5. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel.-М.: ИП Радиософт, 2002 – 176 с.
6. Перельман Б.Л. Полупроводниковые приборы. Справочник – “Солон”, “Микротех”, 1996 г. –176 с.
7. Трапперт В. AVR–RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем. – К.: «МК–Пресс», 2006. – 464 с. , ил.
8. Королев Н. AVR: Программирование в среде AVR Studio. / Николай Королев, Дмитрий Королев / Компоненты и технологии. - № 3 – 2004. С. 15 –20.
9. Гумеров Р.И. Практикум по микропроцессорам. Часть первая: микроконтроллеры AVR. Руководство. – Казань: КГУ, 2009. – 37 с.
10. Хартов В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 240 с.: ил.
11. Интернет ресурс: www.atmel.com
12. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / Белов А.В. – СПб.: Наука и техника, 2008. – 544 с.: ил.
13. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том. II / Предко М. – М.: Постмаркет, 2001. – 488с.
14. Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах. – СПб.: БХВ–Петербург, 2006. – 432 с.: ил.
15. Закон України «Про охорону праці».
16. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві».

17. НАПБ Б.02.005-2003. «Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах і організаціях України».

18. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

19. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

20. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин

21. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

22. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

23. ДБН В.2.5-28:2015 Природне і штучне освітлення.

24. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

25. Закон України Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення.

26. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.

27. НПАОП 0.00-8.24-05 Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

28. НАПБ А. 01.001-2004 Правила пожежної безпеки України.

29. НАПБ.Б.06.004-2005 Правила пожарной безопасности в Украине.

30. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безопасной эксплуатации электроустановок.

31. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безопасної експлуатації електроустановок споживачів.

32. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ.Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.

33. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

Додаток А

Перелік елементів ПБЖ

Поз.позн.	Найменування	Кіл.
A2	Блок силовий БСл-1 435141.002	1
A3	Блок контролю і керування БКУ-5 468364.025	1
A4	Блок індикації БИд-49 467845.009	1
C1	Конденсатор МКР 336 2-275 В-0,68 мкФ±20 % Vishay кат. №2222 336 20684	1
E1...E6	Сердечник В62152-А4-Х30 Epcos	6
K1	Реле Т92Р11D22-24 Tусо electronics	1
G1...G4	Акумуляторна батарея NP7-12FR YUASA	4
X1	Вилка РХ 0580/28 BULGIN Components	1
X2...X6	Розетка РХ 0793/28 BULGIN Components	5
X7	Клема ТР/6S, RED, 4mm CLIFF	1
X8	Клема ТР/6S, BLACK, 4mm CLIFF	1
X9...X30	Контакт 2-520407-2 AMP	22
X31	Розетка 6442 №26-03-4020 (с контактами 2578 №08-50-0134) Molex	1
X32, X33	Контакт 2-520407-2 AMP	2
X34	Розетка 6442 №26-03-4020 (с контактами 2578 №08-50-0134) Molex	1
X35	Контакт 2-520407-2 AMP	1
Y1, Y2	Вентилятор 618NN Papst	2
Z1, Z2	Фільтр MAF-1210-33 Lambda	2
A1	Блок комбінований БК-1852 469536.134	1
F1, F2	Вставка плавка S506-10A Bussman	2
C1, C2	МКР 336-6-250 В-0,0068 мкФ±20 % Vishay кат. №2222 336 60682	2
R1...R3	Варістор VDR 595 250 В Philips	3

Додаток Б

Перелік елементів БКУ

Поз.позн.	Найменування	Кіл.
B1, B2	Резонатор Q-16.0-S-30-30/30-T1 Jauch	2
B3	Звуковий випромінювач РКВ24SPC-3601-B0 Murata	1
	Конденсатори	
C1...C5	МКТ 370-63 В-0,47 мкФ±10 % Vishay	5
C6, C7	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	2
C8, C9	VJ1206 C0G-100 В-100 пФ±10 % Vishay	2
C10	FC A-63 В-47 мкФ Panasonic	1
C11, C12	VJ 1206 X7R-50 В-1000 пФ±20 % Vishay	2
C13, C14	VJ1206 C0G-25 В-22 пФ±10 % Vishay	2
C15, C16	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	2
C17	VJ1206 C0G-25 В-22 пФ±10 % Vishay	1
C18	VJ 1206 X7R-50 В-1000 пФ±20 % Vishay	1
C19	VJ1206 C0G-25 В-22 пФ±10 % Vishay	1
C20	VJ 1206 X7R-50 В-1000 пФ±20 % Vishay	1
C21	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	1
C22	VJ1206 C0G-100 В-100 пФ±10 % Vishay	1
C23	VJ 1206 X7R-50 В-5600 пФ±20 % Vishay	1
C24	FC A-100 В-100 мкФ Panasonic	1
C25	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	1
C26	VJ 1206 X7R-200 В-470 пФ±10 % Vishay	1
C27	B45197-25 В-33 мкФ±20 % Epcos	1
C28...C30	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	3
C31	МКР 380-100 В-0,047 мкФ±5 % Vishay	1
C32	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	1
C33	VJ 1206 X7R-200 В-470 пФ±10 % Vishay	1
C34	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	1
C35	B45197-25 В-33 мкФ±20 % Epcos	1
C36	B45196-10 В-47 мкФ±20 % Epcos	1
C37	B45197-25 В-33 мкФ±20 % Epcos	1
C38, C39	B45196-10 В-47 мкФ±20 % Epcos	2
C40	B45197-25 В-33 мкФ±20 % Epcos	1
C41, C42	B45196-10 В-47 мкФ±20 % Epcos	2
C43	B45197-25 В-33 мкФ±20 % Epcos	1
C44...C57	VJ 1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±20 % Vishay	14
C58	FC A-10 В-4700 мкФ Panasonic	1
C59	B45196-10 В-47 мкФ±20 % Epcos	1
C60, C61	VJ1206 X7R-25 В-0,1 мкФ±10 % Vishay	2
	Мікросхеми	
D1	ADG507AKR Analog Devices	1

D2, D3	AD8512AR Analog Devices	2
D4	AD7862AR-10 Analog Devices	1
D5	AD8512AR Analog Devices	1
D6	AD7945BR Analog Devices	1
D7	AD8512AR Analog Devices	1
D9, D10	HCPL-4506#020 Hewlett Packard	2
D11	MC74HC240ADW ON Semiconductor	1
D12	MC74HC74AD ON Semiconductor	1
D13	ATmega8515-16AI Atmel	1
D14, D15	MC74HC541ADW ON Semiconductor	2
D16	ATmega8515-16AI Atmel	1
D17...D20	Резисторна збірка 4605X-101-562 Bourns	4
D21	UC3843BVD1 ON Semiconductor	1
D22	HIN202IBN Intersil	1
D23, D24	Збірка опорів 4605X-101-562 Bourns	2
L1...L4	Дросель В78108-S1103-K Siemens	4
Резисторы		
R1, R2	UXB 0207-10 0,25 % CU 249 k Vishay	2
R3, R4	UXB 0207-10 0,25 % CU 200 Ohm Vishay	2
R5	UXB 0207-10 0,25 % CU 59 k Vishay	1
R6	UXB 0207-10 0,25 % CU 249 k Vishay	1
R7	UXB 0207-10 0,25 % CU 59 k Vishay	1
R8	UXB 0207-10 0,25 % CU 249 k Vishay	1
R9...R13	RC1206 J R F 10K Yageo	5
R14...R18	UXB 0207-10 0,25 % CU 10 k Vishay	5
R19	UXB 0207-10 0,25 % CU 100 k Vishay	1
R20	UXB 0207-10 0,25 % CU 10 k Vishay	1
R21	UXB 0207-10 0,25 % CU 100 k Vishay	1
R22	RC1206 J R F 2K0 Yageo	1
R23	RC1206 J R F 1K0 Yageo	1
R24	RC1206 J R F 100K Yageo	1
R25	RC1206 J R F 12K Yageo	1
R26	RC1206 J R F 5K6 Yageo	1
R27	UXB 0207-10 0,25 % CU 10 k Vishay	1
R28	UXB 0207-10 0,25 % CU 20 k Vishay	1
R29	UXB 0207-10 0,25 % CU 66,5 k Vishay	1
R30, R32	RC1206 J R F 510R Yageo	2
R33	RC1206 J R F 10K Yageo	1
R35...R39	RC1206 J R F 510R Yageo	5
R40	RC1206 J R F 10K Yageo	1
R41	UXB 0207-10 0,25 % CU 4,02 k Vishay	1
R42	UXB 0207-10 0,25 % CU 20 k Vishay	1
R43	RC1206 J R F 150K Yageo	1
R44, R45	RC1206 J R F 10K Yageo	2
R46	RC1206 J R F 33K Yageo	1
R47	RC1206 J R F 100R Yageo	1
R48	RC1206 J R F 10K Yageo	1
R49	RC1206 J R F 1K0 Yageo	1
R50	RC1206 J R F 1R0 Yageo	1

R51	RC2512 J R F 3K3 Yageo	1
R52	RC1206 J R F 2K0 Yageo	1
R53	RC1206 J R F 20K Yageo	1
R54	UXB 0207-10 0,25 % CU 10 k Vishay	1
R55	UXB 0207-10 0,25 % CU 100 k Vishay	1
R56	UXB 0207-10 0,25 % CU 10 k Vishay	1
R57	UXB 0207-10 0,25 % CU 100 k Vishay	1
R58, R59	RC1206 J R F 20K Yageo	2
R60	RC1206 J R F 10K	1
RT1	Термістор PTC-145 B-9,4 Ом±25 % Vishay	1
T1	Трансформатор 671159.011	1
V1...V4	Діод BAS32L Philips	4
V5	Транзистор BC546B ON Semiconductor	1
V6	Діод BAS32L Philips	1
V7	Транзистор IRFU220 Intern. Rectifier	1
V8	Діод BAV102 Philips	1
V9	Діод BAS32L Philips	1
V10...V12	Діод PRL5819 Philips	3
V13	Діод BAS32L Philips	1
V14	Стабілітрон BZX84-C5V6 Philips	1
V15...V17	Діод PRL5819 Philips	3
V18	Транзистор BC546B ON Semiconductor	1
X1	Вилка Gds A-C 32-угл-печ Harting	1
X2	Вилка 90131-0765 Molex	1
X3	Вилка 90122-0768 Molex	1
X4	Вилка 90131-0765 Molex	1
X5	Вилка D-Sub 09 66 162 7811 Harting	1

Призначення портів основного МК

Порти МК		Призначення
Порт РА	РА.0	Сигнал керування силовим блоком (мережа)
	РА.1	Сигнал керування силовим блоком (bypass)
	РА.2	Сигнал керування силовим блоком (коректор)
	РА.3	Сигнал керування силовим блоком (вентилятор)
	РА.4	Сигнал керування силовим блоком (DC/DC)
	РА.5	Сигнал керування індикаторною панеллю (аварія)
	РА.6	Сигнал керування індикаторною панеллю (акумулятор)
	РА.7	Сигнал керування індикаторною панеллю (інвертор)
Порт РВ	РВ.0	Сигнал керування силовим блоком (інвертор)
	РВ.1	Сигнал керування силовим блоком (вентилятор)
	РВ.2	Резерв
	РВ.3	Резерв
	РВ.4	Вхід для керування прийомом даних від вимірювального МК
	РВ.5	Вихід для контролю інформації при програмуванні пам'яті програми. Вихід для інтерфейсу обміну між МК
	РВ.6	Вхід для занесення інформації при програмуванні пам'яті програми. Вхід для інтерфейсу обміну між МК
	РВ.7	Вхід тактового сигналу при програмуванні пам'яті програми. Вхід тактового сигналу для інтерфейсу обміну між МК

Продовження додатку В

Порти МК		Призначення
Порт РС	РС.0	Сигнал керування індикаторною панеллю (мережа)
	РС.1	Сигнал керування індикаторною панеллю (bypass)
	РС.2	Сигнал керування індикаторною панеллю (заряд 0 %)
	РС.3	Сигнал керування індикаторною панеллю (заряд 50 %)
	РС.4	Сигнал керування індикаторною панеллю (заряд 100 %)
	РС.5	Сигнал керування індикаторною панеллю (навантаження 0 %)
	РС.6	Сигнал керування індикаторною панеллю (навантаження 50 %)
	РС.7	Сигнал керування індикаторною панеллю (навантаження 100 %)
Порт PD	PD.0	Послідовний порт вводу даних (RXD) для RS-232
	PD.1	Послідовний порт виводу даних (TXD) для RS-232
	PD.2	Вхід опиту кнопки ПУСК
	PD.3	Вихід керування звуковим випромінювачем
	PD.4	Вихід керування джерелом живлення
	PD.5	Вихід керування джерелом опорного синусоїдального сигналу
	PD.6	Вхід сигналу прийому першого байта від вимірювального МК
	PD.7	Вихід скидання тригера готовності до прийому даних від вимірювального МК

Призначення портів вимірювального МК

Порти МК		Призначення
Порт РА	РА.0	Шина даних 0 розряд
	РА.1	Шина даних 1 розряд
	РА.2	Шина даних 2 розряд
	РА.3	Шина даних 3 розряд
	РА.4	Шина даних 4 розряд
	РА.5	Шина даних 5 розряд
	РА.6	Шина даних 6 розряд
	РА.7	Шина даних 7 розряд
Порт РВ	РВ.0	Керування аналоговим комутатором 0 розряд
	РВ.1	Керування аналоговим комутатором 1 розряд
	РВ.2	Керування аналоговим комутатором 2 розряд
	РВ.3	Резерв
	РВ.4	Резерв
	РВ.5	Вихід для контролю інформації при програмуванні пам'яті програми. Вхід для інтерфейсу обміну між МК
	РВ.6	Вхід для занесення інформації при програмуванні пам'яті програми Вихід для інтерфейсу обміну між МК
	РВ.7	Вхід тактового сигналу при програмуванні пам'яті програми. Вихід тактового сигналу для інтерфейсу обміну між МК

Продовження додатку Д

Порти МК		Призначення
Порт РС	РС.0	Шина даних 8 розряд
	РС.1	Шина даних 9 розряд
	РС.2	Шина даних 10 розряд
	РС.3	Шина даних 11 розряд
	РС.4	Резерв
	РС.5	Резерв
	РС.6	Резерв
	РС.7	Резерв
Порт PD	PD.0	Вхід керування джерелом опорного синусоїдального сигналу
	PD.1	Вихід сигналу START для АЦП
	PD.2	Вхід сигналу готовності АЦП
	PD.3	Вхід сигналу тригера готовності до прийому даних основним МК
	PD.4	Вихід для керування прийомом даних основним МК
	PD.5	Вихід сигналу прийому першого байта основним МК
	PD.6	Вихід сигналу запису зовнішньої пам'яті (WR)
	PD.7	Вихід сигналу читання зовнішньої пам'яті (RD)